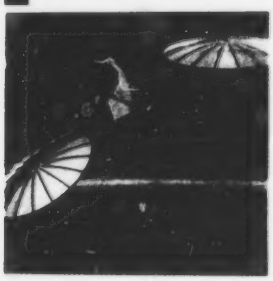
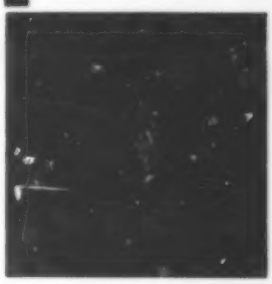
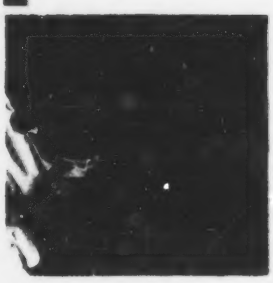
THE DEPARTMENT OF
COMMUNICATIONS
RESEARCH
PROGRAM

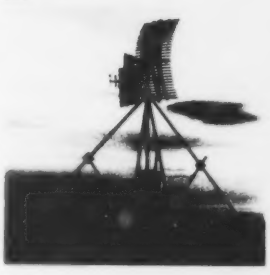
LE PROGRAMME
DE RECHERCHE
DU MINISTÈRE
DES COMMUNICATIONS

COMMUNICATIONS TECHNOLOGIES RESEARCH









Communications
Canada

The Communications
Technologies Research
Laboratories are located at
the Communications
Research Centre, five
kilometres west of Ottawa,
at Shirleys Bay
3701 Carling Avenue,
P.O. Box 11490,
Station H,
Ottawa, Ontario
K2H 8S2
Telephone: (613) 998-2261
Fax: (613) 990-7983.

Photos courtesy of Creative Visual Services, Communications Research Centre.

© Minister of Supply and Services Canada 1990

Cat. No. Co22-92/1990

ISBN 0-662-57348-X

Canada

THE DEPARTMENT OF COMMUNICATIONS RESEARCH PROGRAM

LE PROGRAMME DE RECHERCHE DU MINISTÈRE DES COMMUNICATIONS

COMMUNICATIONS TECHNOLOGIES RESEARCH

The Communications Technologies Research (CTR) Branch performs generic research and development (R&D) to meet Canada's long-term needs in radio and satellite communications systems and services. It also promotes the application and introduction of these technologies. Through its research, CTR builds the technological base upon which future terrestrial and satellite radio systems can be developed and incorporated into Canada's communications and information networks.

CTR's activities complement the research and development performed in universities and industry, working closely with the private sector to ensure the effective transfer of these technologies. The Branch's clients include federal and provincial departments, radio and satellite communications (SATCOM) service providers, user groups, manufacturers, and R&D application centres.

Research activities are organized around three fields of endeavor:

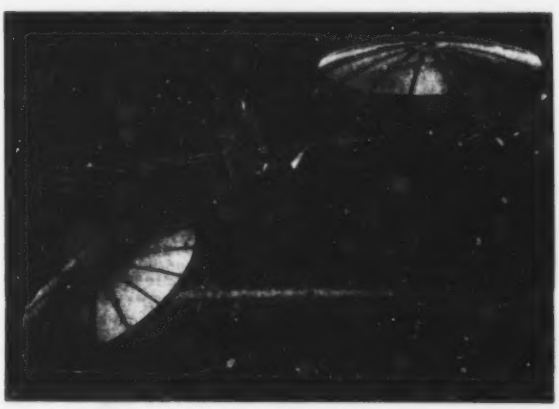
- advanced communications satellite technologies, systems and applications;
- emerging terrestrial radio communications technologies and systems; and
- radio propagation.

Two major projects are:

- MSAT, a commercial mobile communications satellite to be launched in late 1993 or early 1994; and
- SHARP, the Stationary High Altitude Relay Platform, now in its early research stage.

ADVANCED SATELLITE COMMUNICATIONS

Satellite communications projects are long-term endeavors, typically ten years or more. The research is normally a mix of generic technology development (modulation and coding, for example), design and demonstration of new systems (like the Ontario Air Ambulance project), and technical support of very large projects to



Artist's impression of MSAT.

develop new satellite systems and services like MSAT. CTR is also responsible for long-term research into concepts and technologies suitable for future generations of communications satellites.

The Branch's support for major communications satellite projects includes consulting services, project management and hardware development. CTR develops payloads, performs mission analysis, plans satellite communications systems, provides launch support and evaluates proposals. In addition to MSAT the Branch supports Radarsat and other large projects, and is starting work on a new satellite for personal radio communications.

Mobile Satellite Technology. One of the main impediments to new applications of satellite technology is the scarcity of available radio spectrum. To improve spectrum utilization, CTR conducts research and development on modulation and coding concepts for specific propagation environments. These concepts are tested using prototype earth terminals and existing satellites. The goal is to develop commercial terminals that are as economical and as efficient as possible in terms of frequency and power consumption.

Good-quality voice service is possible with radio frequency bandwidths as small as 2.5 kHz. The Branch is therefore pursuing the development of very narrow band modulation concepts to use where the spectrum is severely limited. This research has already produced the modulation concepts required for MSAT (ACSSB and Trellis Coded Modems, for example) and concepts for future personal communications. CTR cooperates with industry to transfer this technology to the private sector and to help implement new satellite communications services.

Aeronautical Satellite Services. The Branch is working with INMARSAT to develop and implement an international satellite voice and data service for commercial aircraft. The generic technology being developed for this project is not limited to commercial aircraft; it can also be used in general aviation, both domestic and international. The satellite voice communications service used by the Ontario Air Ambulance system is an excellent example of the application of this type of research.

Ontario air ambulance used for aeronautical satellite communications experiments.

Personal Communications by Satellite could offer the individual user unrestricted access to state-of- the-art communications services anywhere in Canada via an integrated network that uses both terrestrial and satellite technologies. Preliminary R&D and program planning are under way.

Satellite On-Board Processing is increasingly important to future communications satellite systems. The Branch has been studying the basic group demodulation process, particularly the concept of an analog group demodulator using surface acoustic wave (SAW) technology. At the same time, CTR is investigating various concepts for a digital group demodulator.

EHF Satellite Communications Experiments have been planned, using a repeater on board the European Space Agency's Olympus satellite. The main experiment will demonstrate the SAW-based group demodulator in a double-hop mode, using a 4.2-metre hub station and two 1.8-metre remote terminals.

General purpose digital processing circuit board, developed by CRC.

MOBILE SATELLITE (MSAT)

MSAT mobile terminal with roof-mounted tracking antenna.

Novel L-Band antenna designed by CTR for MSAT mobiles.

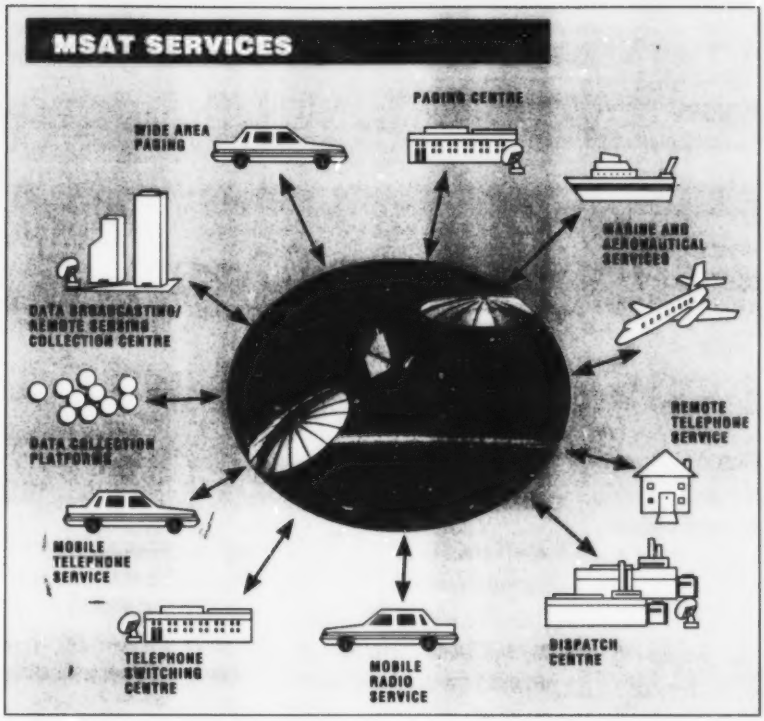
The Communications Technologies Research Branch spearheaded much of the early research and program development activities in the new, commercial, mobile satellite communications system and service known as MSAT. The system will provide a direct link for Canadians in rural and remote areas to public and private mobile radio systems, and with the public telephone systems. It will also provide two-way voice and data services to vehicles, ships and aircraft, and to portable stations that will need to venture beyond the range of land-based networks. When launched in late 1993 or early 1994, the MSAT satellite will be owned and operated by Telesat Mobile Incorporated (TMI).

The System

One Canadian satellite will serve Canada and a similar American satellite will serve the United States. Each satellite system will back up the other. On the ground, a Central Control Station will control the satellite and manage the flow of communications. An intricate network of privately-owned base stations and gateway earth stations interconnected with the public telephone network will ensure module terminal accessibility – of which there may be more than 150,000 – to any fixed location in North America. Most mobile terminals will be about the same size as present mobile units, working in conjunction with small roof-mounted antennas. Terminals small enough and light enough for a person to carry will also be available.

The Service

MSAT will provide a range of public and private voice and data services. Data communications includes such services as two-way messaging, position reporting and text transfer. It will also be able to collect data transmitted from remote



MSAT services.

monitoring and alarm installations, and to send commands to automated control stations. Nationwide paging, broadcast weather forecasts and agricultural information will also be possible. Truck operators will be able to monitor their fleet from their dispatch centre. In some cases, voice radio may be used with data transmission to offer enhanced services.

Business Opportunities

MSAT offers many unique new opportunities, both in manufacturing and in services. Canadian manufacturers can build: mobile radio, telephone and data terminals; spacecraft and allied sub-systems; and gateway and base stations for sale domestically and abroad. Telephone companies, radio common carriers and equipment suppliers will be able to extend their services or develop and market new services.

CTR Support Activities

Communications Technologies Research is helping to develop a portfolio of new services for MSAT's subscribers and to define an industrial strategy for developing ground terminals and spacecraft subsystems in Canada. The Branch is carrying out developmental work on antennas, modulation and voice-coding techniques and drawing up standards for equipment and licensing. In addition, the Branch is heavily involved in spectrum allocation and international frequency coordination issues critical to the effective implementation of the MSAT system and service. Beginning in 1990, the Branch will carry out pre-launch demonstrations of the voice and data capabilities. Trials and demonstrations will continue once MSAT is in orbit, while government users will benefit from commercial MSAT services through a $126.5 M service lease agreement negotiated between the Branch and TMI.

Search and Rescue Development support is provided to the National Search and Rescue Secretariat (NSS) under a memorandum of understanding. CTR is developing equipment and techniques to add position-locating information to distress beacons. The Branch is also investigating the use of various geostationary and low earth-orbiting satellites for search and rescue.

Military Satellite Communications support to the Department of National Defence in developing a prototype satellite system capable of reliable operations in hostile environments is another CTR project. The Branch helps with the industrial contracting and is designing a simulator for the satellite payload. In addition, the Branch is conducting longer-term research into spacecraft-based signal processing techniques, both in its own laboratories and through contracts with universities. CTR is also looking into laser communications systems to link satellites to each other.

RADIO COMMUNICATIONS TECHNOLOGIES

Most of the research and development in terrestrial radio communications that CTR carries out for the Department of National Defence involves state-of-the-art communications technologies.

Voice Coding. Voice communication is essential to military command and control, and in many cases it is important to be able to recognize the speaker's voice. Digital speech processing makes encryption easier and permits voice messages to be transmitted along with data. Bandwidths, however, must be smaller than those used in ordinary digitized telephone transmission. CTR has therefore developed narrow-band voice coders that yield good voice quality and resist background noise and interference. Some of these applications have been licensed to Canadian industry for civilian products.

A 4.2 metre Ka Band Earth Station, used with Olympus trials.

Multi-Media Communications. Operating efficiency, economy and functionality all demand that military communications evolve into integrated networks. It will be necessary to integrate several different media such as HF, VHF, UHF, SATCOM, and optical fibre into a single multi-media communications system. CTR has developed a packet-switched HF network that is expected to improve HF communications in locations like the Arctic (where the ionosphere causes problems) and Europe (where radio noise is high because the spectrum is heavily used). A sophisticated network simulator for evaluating networking architectures is under development, and the Branch is also investigating optical LANs and developing expert systems for network management.

Electronic Counter-Counter Measures. In military operations, it is important to protect communications against interference – accidental or deliberate. Electronic counter-counter measures are the means used to achieve this. These techniques normally involve sophisticated modulation and demodulation techniques or tactics such as self-adapting antenna arrays that can point "nulls" in the direction of interfering transmitters.

Trail Radio, designed by researchers at CTR, enables people in remote areas to contact home and to report their position without relying on an operator at a base station. With Trail Radio a user can dial anyone in the telephone system, or be selectively reached via a direct dial-access base station. This offers significant improvements over ordinary portable radio.

Modular in design, implementation and operation, the trail radio system is flexible. The concept allows high frequency (HF) and very high frequency (VHF) systems to be interconnected, thereby providing better, more reliable and improved radio communications.

Other Projects Under Development include:

- developing high-speed, limited-distance, transportable, wireless data and voice LANs that can be deployed rapidly;
- using thin-route UHF relay as a backup for the primary communications systems of the North Warning System;
- exploring the use of SHARP to provide a variety of communications services.

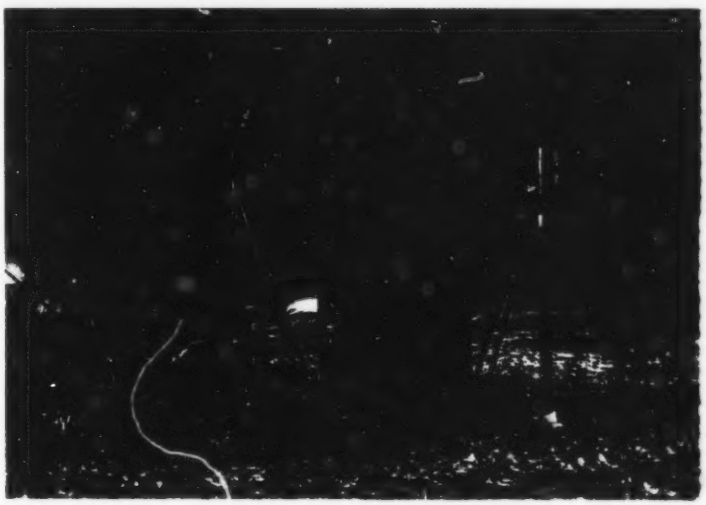
RADIO PROPAGATION

Most of the basic research into radio-wave propagation conducted in Canada is carried out by CTR. The Branch studies the interaction of radio waves with various media and environments, primarily to lay the technical basis for Canada's participation in making spectrum allocations at the national and the international levels. Three aspects of propagation are of particular interest:

- determining the characteristics of those parts of the radio spectrum not currently in use;
- investigating how radio systems perform in changing environments; and
- increasing the information-carrying capacity of those parts of the spectrum in greatest demand.

Indoor Radio is one of the most difficult of the potentially significant areas under study. The increasing demands for personal wireless communications and for mobility and flexibility have led to the concept of using radio instead of wire inside buildings. However, the characteristics of the propagation channel and the compatibility between such systems operating in nearby or adjacent buildings affect the performance of indoor radio systems. Such effects as reflection from walls, from furniture and even from people are being studied, as well as propagation losses between offices and between buildings.

Land Mobile Propagation is a special problem because the mobile antenna is close to the ground and its environment changes constantly. The signal can be reflected from trees or buildings, and often its direct path is blocked. Thus, the signal level is highly variable and it also echoes from nearby objects, resulting in a spread of short signals that makes it difficult to transmit information at a high rate. Since the trend is towards digital communications at increasingly higher data rates, the characteristics of the channel are being measured to optimize circuit performance.



Connecting a satellite terminal to a radio-relay system in the Arctic.

Microwave Links, for the most part, operate on paths that are free of blockage. Nonetheless, the refractive properties of the atmosphere change and the effects increase as the transmission rate increases. Signals can arrive at a receiver by several paths and can interfere with each other. Microwave signals can also be attenuated by rain, melting snow, clouds, water vapour or oxygen (depending upon the frequency). Finally, the strength of the signal affects the reliability of the circuit. CTR investigates the characteristics of signal fading in order to design systems that operate with predetermined reliability.

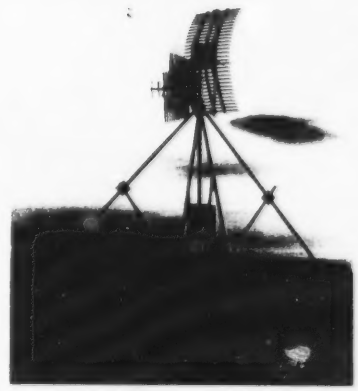
VHF and UHF – the frequencies between 30 MHz and microwaves – are used in TV, FM radio and land-mobile communications. CTR has developed a computer program to predict propagation attenuation at these frequencies. An important component of the program is a database of terrain elevations and characteristics, which permits automatic calculations without consulting topographical maps.

The ionosphere reflects radio waves at frequencies up to approximately 30 MHz, depending on solar activity. As a result, these radio waves travel long distances. Geographically, Canada is located at a high latitude where the ionosphere is often disturbed by auroras and geomagnetic storms. Radio-wave propagation studies have been conducted at all frequencies below VHF. Because of a renewed interest in the HF band, CTR is carrying out some work in this area.

Propagation measurements for micro cellular radio (a proposed system that could involve repeaters at lamp post height).

Earth-Space Propagation. Using higher frequencies for satellite communications relieves congestion in the crowded parts of the spectrum and permits the use of smaller antennas. On the other hand, attenuation from rain, melting snow and clouds can be more severe at these frequencies. The Branch is measuring beacon signals from the Olympus satellite to assess these effects. Also, in co-operation with the Association of South-East Asian Nations, CTR is studying the effect of tropical rain on earth-space attenuation statistics.

Antenna Effects. Electromagnetic antennas interact with the ground and with objects nearby to produce unwanted effects. This is particularly critical with large antenna systems. The demands for improved efficiency and bandwidth call for new antenna design concepts. CTR uses scale models and sophisticated mathematical methods to find ways to reduce unwanted electromagnetic effects and to improve antenna design.



A UHF repeater site. Equipment similar to this is being developed to provide back up communications for the radars in the North Warning System.

SHARP

Researchers at the Communications Technologies Research Branch are exploring the use of a microwave-powered, high-altitude, pilotless platform to serve a variety of communications requirements and services. SHARP, the Stationary High Altitude Relay Platform, would circle above the surface of the earth at an operating altitude of 21 km, relaying signals on the ground over a fixed circle of approximately 600 km in diameter. A novel feature of SHARP is its source of power. Microwaves beamed from the ground would permit the platform to remain aloft for six months to a year, landing only for maintenance.

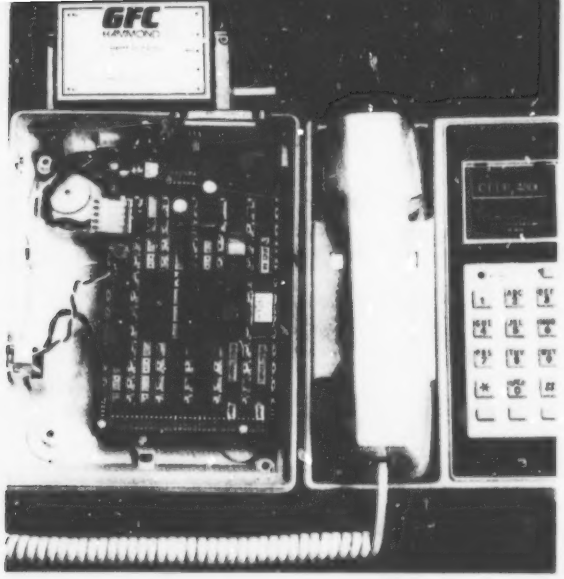
The feasibility of this concept was demonstrated in 1987 with the successful flight of a 1:8 scale prototype – the first aircraft in the world powered by an energy beam.

Developed further, SHARP could deliver specialized services such as mobile communications, radar surveillance, direct-to-home broadcasting, remote sensing and environmental monitoring. SHARP could prove to be an effective means of providing wide-area surveillance such as monitoring fishing vessels in coastal waters, continuous ice reconnaissance for the Canadian Coast Guard, early warning of approaching aircraft, and long-term monitoring of atmospheric pollutants.

Research performed at CTR resulted in the development of efficient, dual-polarized, printed antennas – one of the technologies required for high-altitude microwave-powered platforms. These antennas receive and convert the microwave energy to direct current power. In addition, research carried out under contract to CTR has led to the design of cost-effective microwave power transmission systems and the development of a unique platform ideally suited to beam powering.

Collaboration with industry, universities, provincial and federal departments and agencies will further refine the market opportunities for SHARP-based systems, and will help to determine research and development activities for commercialization by the mid-1990s.

Artist's impression of SHARP in flight.



A digital telephone developed at CRC, that transmits high quality voice at 4800 bits per second.

TECHNOLOGY TRANSFER AND COLLABORATION

CTR supports long-range technological development. Many of the new technologies and systems it develops directly benefit Canadian industry, opening up new services and markets.

Technology and knowledge is transferred to industry in various ways, depending on industry's interests and needs. Support programs, such as the Industrial Research Assistance Program (IRAP), help industry to take laboratory innovations and develop them into new products. Arrangements under IRAP often include access to the laboratories and technical experts at the Communications Research Centre.

CTR frequently contracts directly with industry and universities to carry out research and development. It also undertakes joint projects with industry and research organizations, both national and international. In these cases, CTR draws up memoranda of understanding with these organizations that describe areas of mutual interest and protect intellectual property.

From time to time, research fellows, exchange scientists, professors on sabbatical leave and students work in CTR's laboratories, as do scientists from industry. This promotes direct contact among researchers and expands Canadian expertise.

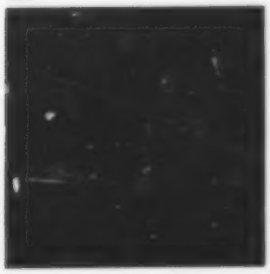
Canada is a very large, thinly populated country and communications are its lifeblood. For Canada to remain in the forefront of communications technology, applied research is fundamental. Communications Technologies Research works closely with industry and academia in the field of radio communications to guarantee that Canada maintains and enhances the needed expertise.

Downed aircraft located using CRC-developed Position Determination System.

LE PROGRAMME
DE RECHERCHE
DU MINISTÈRE
DES COMMUNICATIONS

THE DEPARTMENT OF
COMMUNICATIONS
RESEARCH
PROGRAM

LA RECHERCHE SUR LES TECHNOLOGIES DE COMMUNICATIONS



Communications
Canada

Les laboratoires de
recherche sur les technologies de communications sont situés à Shirleys Bay, à cinq kilomètres à l'ouest d'Ottawa, au
3701, avenue Carling,
case postale 11490,
succursale H,
Ottawa (Ontario),
K2H 8S2
Téléphone : (613) 998-2261
Fax : (613) 990-7983

Photos : gracieuseté des Services de création visuelle, Centre de recherches sur les communications.

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1990

N° de cat. Co22-92/1990
ISBN 0-662-57348-X

Canada

LE PROGRAMME
DE RECHERCHE
DU MINISTÈRE
DES COMMUNICATIONS

THE DEPARTMENT OF
COMMUNICATIONS
RESEARCH
PROGRAM

LA RECHERCHE SUR LES TECHNOLOGIES DE COMMUNICATIONS

La Direction de la recherche sur les technologies de communications (DGRC) s'occupe de recherche-développement générique afin de répondre aux besoins à long terme du Canada en matière de systèmes et de services de télécommunications; elle favorise aussi la mise en service et l'utilisation de ces technologies. La DGRC établit ainsi les fondements technologiques des futurs systèmes de radiocommunications terrestres et par satellite, et de leur intégration aux réseaux d'information et de communications du Canada.

Les activités de la DGRC complètent la recherche-développement qui se fait dans les universités et dans l'industrie; la Direction collabore étroitement avec le secteur privé pour assurer un transfert efficace de ces technologies. Elle compte parmi ses clients des ministères fédéraux et provinciaux, des fournisseurs de services de radiocommunications et de communications par satellite, des groupes d'utilisateurs, des fabricants et des centres d'application des fruits de la recherche-développement.

La recherche se répartit en trois grands secteurs :

- les technologies évoluées de télécommunications par satellite, les systèmes associés et leurs utilisations;
- les nouveaux systèmes et les technologies de radiocommunications terrestres;
- la propagation des ondes radioélectriques.

Deux de ses projets sont de grande envergure :

- MSAT, un satellite conçu pour le système mobile de télécommunications qui sera lancé à la fin de 1993 ou au début de 1994;
- SHARP, un répéteur fixe de haute altitude, qui en est pour le moment au stade de la recherche préliminaire.

LES TECHNOLOGIES ÉVOLUÉES DE TÉLÉ-COMMUNICATIONS PAR SATELLITE

Les projets de communications par satellite sont des entreprises de longue haleine, qui durent généralement au moins dix ans. D'ordinaire, la recherche est multidisciplinaire : développement des techniques génériques (modulation et codage, par exemple), conception et démonstration de nouveaux systèmes (tel le projet de service d'ambulances aériennes de l'Ontario) et soutien technique de très vastes projets pour mettre sur pied de nouveaux systèmes et services de télécommunications par satellite comme le MSAT. La DGRC effectue aussi des recherches à long terme sur des concepts et des technologies qui serviront dans les prochaines générations de satellites de télécommunications.

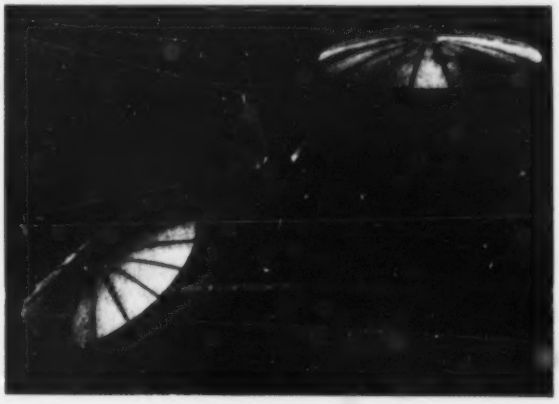


Illustration du MSAT.

La Direction offre des services de conseil, de gestion de projets et de mise au point de matériel pour

appuyer la réalisation des grands projets de télécommunications par satellite. La DGRC procède à des travaux variés : établissement de la charge utile des satellites, analyse des missions, planification de systèmes, soutien du lancement et évaluation de projets. Outre le MSAT, elle s'occupe actuellement d'autres projets de grande envergure, tel Radarsat, et a entrepris des travaux sur un nouveau satellite de radiocommunications personnelles.

Les communications du service mobile par satellite. La rareté des fréquences radioélectriques est un des principaux obstacles à la mise en œuvre des nouvelles découvertes en matière de communications par satellite. Pour en arriver à une meilleure utilisation du spectre, la DGRC procède à des travaux de recherche-développement sur les techniques de modulation et de codage dans des milieux de propagation donnés. Afin de mettre ces techniques à l'épreuve, la Direction utilise des prototypes de stations terriennes et les satellites existants. Elle cherche ainsi à mettre au point des terminaux qui pourront être exploités commercialement et qui seront aussi économiques et efficaces que possible quant à l'utilisation des fréquences et à la consommation d'électricité.

Des largeurs de bande aussi étroites que 2,5 kHz permettent des transmissions vocales de bonne qualité. La Direction poursuit donc le développement de techniques de modulation à bande très étroite qui pourront servir dans les cas d'extrême rareté des fréquences. La recherche a déjà conduit à l'élaboration des techniques de modulation requises pour le MSAT (BLUCEA et modems à code en treillis, par exemple) et de techniques qui seront un jour utilisées pour les communications personnelles. La DGRC collabore avec l'industrie pour transférer cette technologie au secteur privé et pour favoriser la mise en œuvre de nouveaux services de télécommunications par satellite.

Services aéronautiques par satellite. La DGRC a uni ses efforts à ceux d'Inmarsat afin d'élaborer et de mettre au point un service international de transmission de la voix et des données par satellite pour l'aviation commerciale. Cette technologie ne servira pas, toutefois, qu'aux seules sociétés commerciales. Elle profitera à l'aviation en général, qu'il s'agisse de vols intérieurs ou internationaux. Le réseau de communications vocales par satellite du service ontarien d'ambulances aériennes illustre à merveille le genre de résultats que donne cette recherche.

Ambulance aérienne de l'Ontario utilisée lors des expériences sur la communication aéronautique par satellite.

Les communications personnelles par satellite pourraient permettre à l'utilisateur de jouir, n'importe où au Canada, d'un accès illimité à des services de communications ultramodernes grâce à un réseau de communications intégrées qui utilisera les technologies aussi bien terrestres que par satellite.

La recherche-développement préliminaire et la planification du programme sont en cours.

Le traitement du signal à bord du satellite est un élément qui joue un rôle de plus en plus important dans le fonctionnement des systèmes de communications par satellite. La Direction étudie le procédé de démodulation du groupe de base, notamment la démodulation de groupe analogique par onde acoustique de surface (OAS). Elle se penche aussi sur diverses possibilités de démodulation de groupe numérique.

Plaquette polyvalente de circuits numériques mise au point par le CRC.

MSAT

Terminal mobile MSAT doté d'une antenne de poursuite installée sur le toit.

Nouvelle antenne fonctionnant dans la bande L, conçue par la DGRC aux fins d'utilisation par les stations mobiles MSAT.

La Direction de la recherche sur les technologies de communications a été à l'origine des premières activités de recherche et de planification d'un nouveau système et service commercial de communications par satellite. Ce service offrira aux Canadiens vivant dans des régions rurales et éloignées du pays des liaisons directes par satellite avec des réseaux radio mobiles publics et privés, et avec le réseau de téléphone public. Lorsqu'il sera lancé à la fin de 1993 ou au début de 1994, MSAT sera exploité par la Télésat Mobile Inc. (TMI), qui en sera le propriétaire.

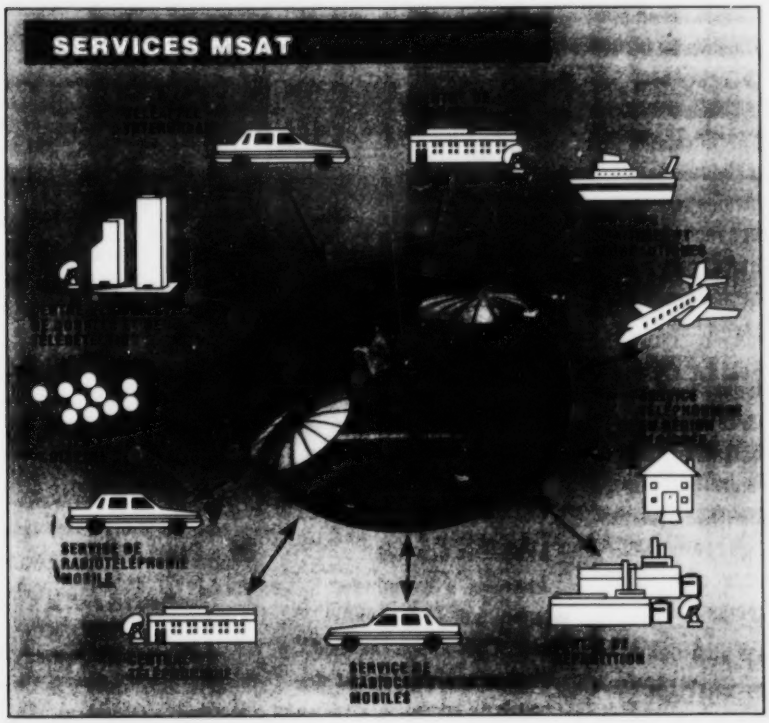
Description du système

Un satellite canadien desservira l'ensemble du pays tandis qu'un satellite américain du même genre couvrira les États-Unis. Les satellites s'appuieront l'un l'autre.

Au sol, une station centrale de commande dirigera le satellite et gérera le trafic des communications. Un vaste réseau de stations de base privées et de stations de transit terrestres sera interconnecté au réseau de téléphone public, reliant ainsi plus de 150 000 terminaux mobiles à tout terminal fixe en Amérique du Nord. La majorité des terminaux mobiles auront à peu près la taille des appareils mobiles actuels et seront munis de petites antennes montées sur toit. On offrira aussi des terminaux suffisamment petits et légers pour être portables.

Description du service

Le MSAT offrira toute une gamme de services publics et privés de transmission de la voix et des données. Les services de transmission de données comprennent entre autres la messagerie bilatérale, le compte rendu de position et le transfert de texte. Le MSAT pourra recueillir des données provenant d'installations éloignées de surveillance et d'alerte et transmettre des commandes à des stations de commande automatisées. Le système offrira aussi des services de téléavertisseurs à la grandeur du pays, de même que des services de prévisions météorologiques et de renseignements pour les agriculteurs. En outre, les centres de



MSAT et ses applications.

répartition des entreprises de transport par camion pourront surveiller les allées et venues de leurs véhicules. Dans certains cas, on pourra ajouter la transmission de la parole à la transmission de données afin d'offrir des services améliorés.

Débouchés commerciaux

Le MSAT offre de nouveaux débouchés dans les domaines de la fabrication et des services. Les Canadiens peuvent fabriquer des appareils radio mobiles, des terminaux téléphoniques et de données, des engins spatiaux et leurs systèmes auxiliaires, de même que des stations de transit et des stations de base pour les marchés canadien et étrangers. Les sociétés de téléphone, les télécommunicateurs et les fournisseurs de matériel pourront étendre leurs services ou en élaborer et en commercialiser de nouveaux.

Activités de soutien de la DGRC

La Direction de la recherche sur les technologies de communications cherche à mettre au point un ensemble de nouveaux services pour les abonnés du MSAT et à élaborer une stratégie industrielle de développement de terminaux terrestres et de systèmes spatiaux auxiliaires au Canada. Elle mène actuellement des travaux de recherche expérimentale sur les antennes et les techniques de modulation et de codage de la parole, et prépare des normes pour le matériel et l'octroi de licences. De plus, la Direction participe activement aux travaux de répartition du spectre et de coordination des fréquences à l'échelle internationale, dont dépend l'efficacité de la mise en œuvre du MSAT.

À compter de 1990, la DGRC entreprendra des démonstrations sur les possibilités de transmission de la voix et des données avant le lancement du satellite. Les essais et les démonstrations se poursuivront une fois le MSAT mis sur orbite, tandis que les utlisateurs gouvernementaux auront accès aux services MSAT commerciaux en vertu d'un contrat de location et d'entretien passé entre la DGRC et TMI.

Des expériences de communications EHF par satellite ont été projetées et se feront au moyen d'un répéteur monté à bord du satellite Olympus de l'Agence spatiale européenne. Le principal essai va porter sur la faisabilité d'un démodulateur de groupe à OAS en mode double bond, à l'aide d'une station centrale à antenne de 4,2 m et de deux stations éloignées à antenne de 1,8 m.

L'appui au développement de la recherche et du sauvetage est offert au Secrétariat national de recherche et de sauvetage en vertu d'un protocole d'entente. La DGRC met actuellement au point des systèmes qui permettront aux radiobalises de détresse de fournir des renseignements sur la position. La Direction procède également à une étude de faisabilité sur l'utilisation de divers satellites géostationnaires et à orbites basses pour faciliter la recherche et le sauvetage.

Des communications militaires de soutien par satellite sont aussi fournies au ministère de la Défense nationale en vue de l'élaboration d'un prototype de système de communications par satellite assurant des transmissions fiables en milieu hostile. La DGRC participe à l'octroi des marchés à l'industrie et travaille à la conception d'un simulateur de la charge utile des satellites. De plus, des recherches à long terme sur les techniques de traitement des signaux à bord des engins spatiaux sont effectuées aussi bien dans les laboratoires de la Direction que dans le cadre de contrats avec des universités. La DGRC s'intéresse aussi aux systèmes de communications par laser pour les liaisons intersatellites.

LES TECHNOLOGIES DES RADIOCOMMUNICATIONS

La plupart des travaux de recherche-développement en radiocommunications terrestres réalisés pour le compte du ministère de la Défense nationale portent sur des technologies de pointe.

Le codage de la voix. Les communications vocales sont essentielles pour le commandement et le contrôle militaires; bien souvent, il importe de pouvoir reconnaître la voix de l'interlocuteur. Le traitement numérique de la parole facilite le cryptage et permet d'allier la transmission des messages vocaux à celle des données. Toutefois, il faut que les largeurs de bande utilisées à ces fins soient plus étroites que les largeurs de bande de transmissions téléphoniques numériques ordinaires. La DGRC a donc mis au point des vocodeurs à bande étroite qui offrent une transmission de bonne qualité ainsi qu'une résistance satisfaisante aux bruits de fond et au brouillage. L'industrie canadienne a reçu l'autorisation d'utiliser certaines de ces applications dans des produits destinés au grand public.

Station terrienne à antenne de 4,2 m fonctionnant dans la bande Ka et qui a servi aux essais d'Olympus.

Les communications multimédias. Les communications militaires devront être intégrées en réseaux si l'on veut qu'elles demeurent utiles, efficaces et économiques. Pour ce faire, il faudra intégrer divers modes de communication, comme les transmissions HF, VHF, UHF, par satellite et fibres optiques, en un seul système de communications. La DGRC a élaboré un réseau HF à commutation par paquets qui devrait améliorer les communications HF dans des régions comme l'Arctique (où l'ionosphère cause des problèmes) et l'Europe (où les niveaux de bruit radioélectrique sont élevés en raison de l'utilisation importante du spectre). Un simulateur de réseau perfectionné sera bientôt mis au point pour évaluer les architectures de réseaux; la Direction mène

aussi des études sur l'utilisation de réseaux locaux optiques et de systèmes experts pour assurer la gestion de réseau.

Les contre-contre-mesures électroniques (CCME). Dans les opérations militaires, il importe de protéger les communications contre le brouillage, voulu ou accidentel. À cette fin, on a recours à ce qu'on appelle des « contre-contre-mesures électroniques », qui font généralement intervenir des techniques de modulation et de démodulation complexes ou des stratégies comme l'utilisation de faisceaux d'antennes à adaptation automatique qui peuvent être pointées vers l'azimuth de réception minimale des brouilleurs.

La radio de piste conçue par les chercheurs de la DGRC permet aux personnes qui se déplacent dans des régions éloignées de joindre leur port d'attache par radio et de signaler leur position sans passer par l'opérateur d'une station de base. Grâce à la radio de piste, l'utilisateur peut communiquer avec n'importe quel abonné du réseau téléphonique ou être rejoint par une station de base à accès direct. Il s'agit là d'un avantage considérable par rapport à la radio portable classique.

De type modulaire, le système radio de piste a été conçu afin d'offrir une grande souplesse d'utilisation. Comme il permet l'interconnexion d'installations HF et VHF, l'utilisateur peut compter sur des liaisons radio améliorées et plus sûres.

D'autres projets en cours de réalisation :

- l'élaboration de réseaux locaux de grande vitesse, transportables, utilisables sur une distance limitée, assurant une transmission sans fil de la voix et des données et pouvant être mis en place rapidement;
- le recours à des stations de retransmission UHF à faible trafic pour compléter le système d'alerte du Nord;
- l'utilisation éventuelle du SHARP pour assurer une variété de services de communications.

LA PROPAGATION DES ONDES RADIOÉLECTRIQUES

L'essentiel de la recherche fondamentale sur la propagation des ondes radioélectriques au Canada se fait à la DGRC. Celle-ci étudie l'interaction entre les ondes radio et divers supports et milieux, principalement pour établir les fondements techniques de la participation du Canada à l'attribution des fréquences sur les plans national et international. Trois aspects de la propagation des ondes présentent un intérêt particulier :

- la détermination des caractéristiques des parties du spectre qui sont pour le moment inutilisées;
- la détermination du comportement des systèmes de radiocommunications dans des conditions changeantes;
- l'accroissement de la capacité de transmission des portions du spectre les plus utilisées.

La radiocommunication à l'intérieur est actuellement un des secteurs de recherche qui sont les plus ardus mais sans doute les plus prometteurs. La demande croissante de communications personnelles sans fil et les pressions exercées en vue d'établir plus de mobilité et de souplesse ont donné aux concepteurs l'idée d'utiliser non plus des fils, mais des ondes radio pour assurer les communications à l'intérieur des immeubles. Cependant, les caractéristiques des voies de propagation et de la compatibilité entre les systèmes qui seraient installés dans des immeubles

Raccordement d'un terminal de télécommunications par satellite à un réseau hertzien exploité dans l'Arctique.

voisins ou adjacents ont des incidences sur le rendement des systèmes de radiocommunication. Les effets de la réflexion des ondes sur les murs, les meubles et même les personnes font l'objet d'études, tout comme les affaiblissements de propagation entre les bureaux et entre les immeubles.

La propagation mobile terrestre soulève des difficultés particulières parce que l'antenne d'une station mobile se trouve près du sol et que les conditions du milieu changent continuellement. Arbres et immeubles peuvent faire dévier le signal par réflexion; souvent, un obstacle en bloque le trajet. Le niveau du signal varie donc considérablement et des échos provenant d'objets du voisinage donnent lieu à la propagation des signaux de courte durée, ce qui complique la transmission de données à grande vitesse. La tendance actuelle étant à la transmission numérique de données à des débits sans cesse plus rapides, il importe de déterminer avec précision les caractéristiques des voies pour optimiser le rendement des circuits.

Les liaisons par micro-ondes. Dans la plupart des cas, les liaisons par micro-ondes empruntent des trajets qui ne risquent pas

d'être bloqués. Néanmoins, les propriétés de réfraction de l'atmosphère changent et les effets augmentent avec la vitesse de transmission. Avant de parvenir au récepteur, des signaux peuvent emprunter plusieurs trajets et se brouiller mutuellement. Il se peut aussi qu'un signal à micro-ondes soit atténué par la pluie, la neige fondante, les nuages, la vapeur d'eau ou l'oxygène (selon la fréquence). Enfin, l'intensité du signal influe sur la fiabilité du circuit. La DGRC étudie les caractéristiques de l'évanouissement des signaux pour concevoir des systèmes qui fonctionneront selon une fiabilité préétablie.

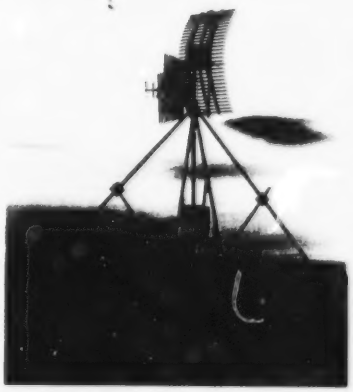
Les fréquences VHF et UHF – comprises entre 30 MHz et les hyperfréquences – servent pour la télévision, la radio MF et les communications mobiles terrestres. La DGRC a mis au point un

Mesures de la propagation des signaux du service radiotéléphonique cellulaire utilisant des microcellules (projet de système pouvant utiliser des répéteurs fixes situés à une dizaine de mètres du sol).

programme informatique pour prédire l'affaiblissement de propagation à ces fréquences, dont une des composantes importantes est une base de données sur les élévations et les caractéristiques du sol. Ces données permettent en effet de faire des calculs automatiques sans que l'on ait à consulter des cartes topograhiques.

L'ionosphère réfléchit les ondes radioélectriques jusqu'à des fréquences d'environ 30 MHz, suivant l'activité du soleil. Ces ondes voyagent par conséquent sur de longues distances. Le Canada se trouve à une latitude élevée, où l'ionosphère est souvent touchée par des aurores et des orages géomagnétiques. Des études sur la propagation des ondes radioélectriques ont été réalisées à toutes les fréquences au-dessous des fréquences VHF. En raison d'un regain d'intérêt envers la bande HF, la DGRC procède à certains travaux dans cette bande.

La propagation terre-espace. Le recours aux hautes fréquences pour assurer des communications par satellite réduit



Un répéteur UHF. L'on est à mettre au point du matériel semblable pour assurer des services de communications d'urgence pour les radars du système d'alerte du Nord.

SHARP

Les chercheurs de la Direction de la recherche sur les technologies de communications (DGRC) étudient comment un répéteur téléguidé de haute altitude propulsé par hyperfréquences peut répondre à une foule de besoins et de services de communications. SHARP, un répéteur fixe de haute altitude, devrait tourner au-dessus de la surface de la terre, à une altitude de 21 km, et transmettre au sol des signaux dans un cercle fixe d'environ 600 km de diamètre. SHARP se distingue entre autres par sa source d'alimentation. Des hyperfréquences transmises du sol permettront au répéteur de rester en vol de six à douze mois consécutifs, l'appareil ne revenant au sol que pour l'entretien.

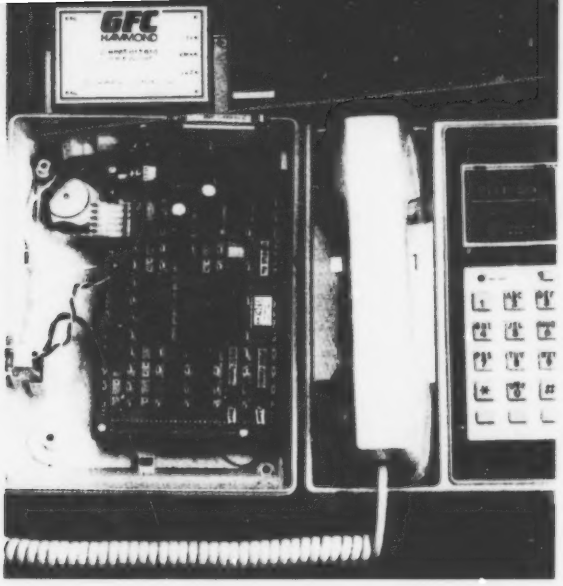
On a démontré la faisabilité de ce concept en 1987 lors du lancement d'un prototype réduit à l'échelle de un huitième. Il s'agissait du premier aéronef au monde à être alimenté par un faisceau d'énergie.

Dans sa version finale, SHARP pourrait fournir des services spécialisés de communications mobiles, de surveillance radar, de radiodiffusion directe, de télédétection et de surveillance de l'environnement. Ce répéteur pourrait constituer une solution de rechange efficace pour la surveillance de régions étendues, comme la surveillance des bateaux de pêche dans les eaux côtières, la reconnaissance permanente des glaces pour la Garde côtière du Canada, la pré-alerte de l'approche d'un aéronef et la surveillance à long terme des polluants atmosphériques.

Les travaux de recherche effectués à la DGRC ont mené à la mise au point d'antennes bipolarisées à circuits imprimés efficaces qui, dans les répéteurs de haute altitude propulsés par hyperfréquences, ont pour fonction de capter les hyperfréquences et de les convertir en courant continu. En outre, les travaux de recherche ont conduit à la conception de systèmes de transmission à hyperfréquences bon marché et à la mise au point d'un répéteur unique parfaitement adapté à la propulsion par faisceau.

La collaboration avec l'industrie, les universités et les ministères et organismes provinciaux et fédéraux permettra d'indentifier plus clairement les possibilités commerciales du SHARP et de mettre au point la recherche-développement en vue de sa commercialisation au milieu des années 1990.

Illustration de SHARP en vol.



Téléphone numérique, mis au point au CRC, capable de transmettre un signal vocal de haute qualité à 4 800 bits la seconde.

l'encombrement dans les parties du spectre qui sont utilisées au maximum et permet l'utilisation d'antennes plus petites. Toutefois l'atténuation due à la pluie, à la neige fondante et aux nuages risque d'être plus importante à ces fréquences. La DGRG mesure les signaux de radiobalise du satellite Olympus pour évaluer ces effets. En outre, en collaboration avec l'Association des nations de l'Asie du Sud-Est, la DGRC étudie l'effet des pluies tropicales sur l'atténuation terre-espace.

L'effet des antennes. Les signaux des antennes électromagnétiques entrent en interaction avec le sol et les objets du voisinage pour produire des effets non désirés. Ceux-ci sont particulièrement dommageables dans le cas des grands systèmes d'antennes. Les exigences des utilisateurs étant de plus en plus grandes, il est devenu nécessaire de modifier le concept des antennes. Se servant de modèles réduits, la DGRC utilise des méthodes mathématiques complexes pour trouver comment minimiser les effets électromagnétiques non désirés et ainsi améliorer la conception des antennes.

LE TRANSFERT TECHNOLOGIQUE ET LA COLLABORATION

Les travaux de la DGRC contribuent au développement technologique à long terme. Bon nombre des nouvelles technologies et des nouveaux systèmes que la Direction met au point profitent directement à l'industrie canadienne, en lui ouvrant de nouveaux marchés et en lui permettant d'offrir de nouveaux services.

Le transfert de technologies et de connaissances à l'industrie se fait de diverses façons, suivant les intérêts et les besoins de celle-ci.

Des programmes de soutien comme le Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI) permettent à l'industrie de mettre au point de nouveaux produits à partir des découvertes faites en laboratoire. Les dispositions du PARI comportent souvent l'accès aux laboratoires et la consultation des experts techniques du Centre de recherches sur les communications.

La DGRC passe souvent des contrats de recherche et de développement directement avec l'industrie et les universités; elle entreprend aussi des projets conjoints, à l'échelle nationale et internationale, avec l'industrie et des organismes de recherche. Le cas échéant, des protocoles d'entente décrivent les questions d'intérêt mutuel et protègent la propriété intellectuelle.

De temps à autre, des chercheurs universitaires, des scientifiques participant à des programmes d'échange, des professeurs en congé sabbatique et des étudiants, de même que des scientifiques en provenance de l'industrie, viennent travailler dans les laboratoires de la DGRC. Ces échanges favorisent les contacts directs entre les chercheurs et permettent d'accroître le bassin de spécialistes canadiens.

Le Canada est un pays très vaste mais peu peuplé, où les communications jouent un rôle vital. La recherche appliquée en technologie des communications est indispensable pour que le Canada demeure à l'avant-garde dans ce domaine. La Direction de la recherche sur les technologies de communications travaille étroitement avec l'industrie et les universités en matière de radiocommunications afin de maintenir et d'accroître l'indispensable compétence canadienne.

Épave d'avion localisée à l'aide d'un système de radiorepérage mis au point au CRC.